

# **Selen – Biotransformation und physiologische Funktionen**

Dr. rer. nat. Katrin Huesker,  
IMD Berlin

Mensch



---

Anorg. Selen

**Selen**



**Selenoproteine**

# Selenoproteine schützen vor oxidativem Stress

- **Glutathion-Peroxidasen** → Peroxidasereaktionen
- **Thioredoxin-Reduktasen** → Redoxstatus
- **Dejodasen** → Schilddrüsenhormone
- **Selenoprotein P** → Transportprotein im Plasma, antioxidative Wirkung am Endothel
- **Selenoprotein W** → antioxidative Wirkung in Herz, Muskel, Gehirn?
- .....

# Reduzierte Bildung von Selenoproteinen ist assoziiert mit entzündlichen Erkrankungen

- Gefäßentzündung (de Lorgeril und Salen, Heart Fail Rev. 2006)
- Atherosklerose (Cheng et al., PLoS One 2013)
- Hashimoto (Wichman et al., Thyroid 2016)
- Tumorgenese (Ansong et al., Mol Nutr Food Res. 2014)
- ...

**Eine ausreichende Selenversorgung ist Voraussetzung  
für die adäquate Bildung von Selenoproteinen**

# Mitteleuropa ist Selen-Mangelgebiet

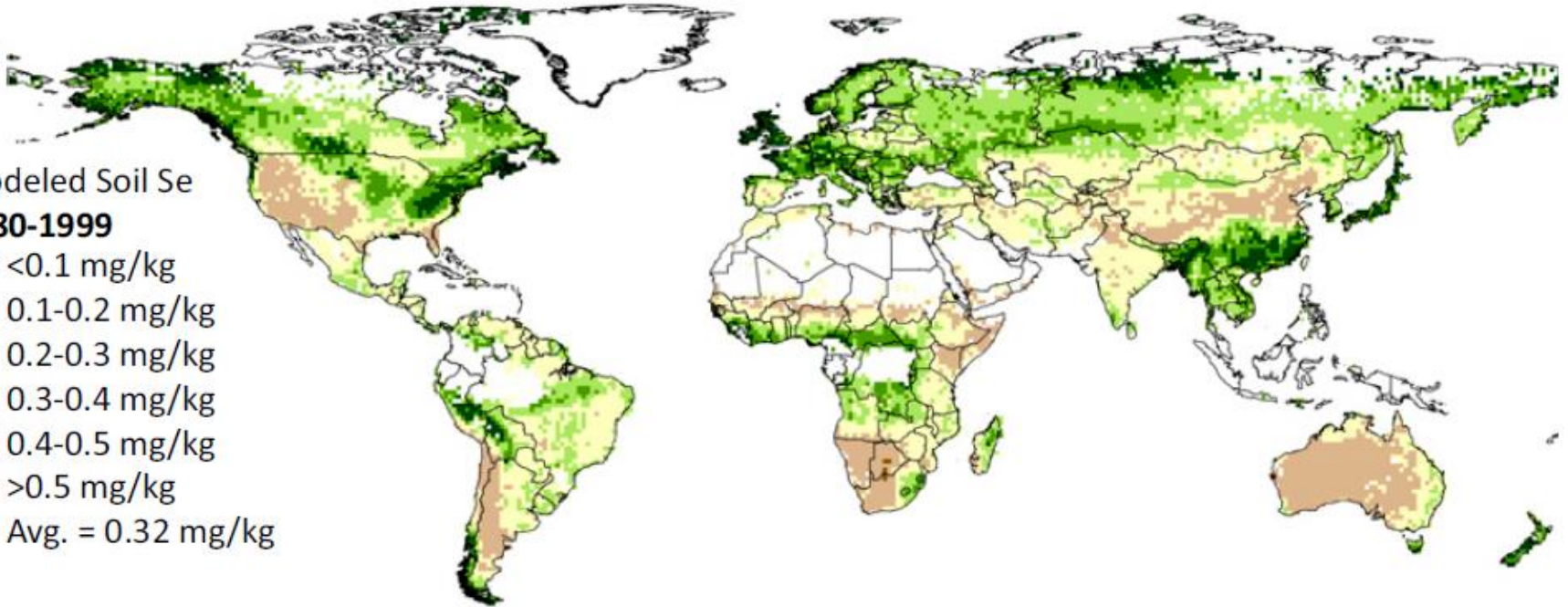
# Mitteleuropa ist Selen-Mangelgebiet

A

Modeled Soil Se

1980-1999

- <0.1 mg/kg
  - 0.1-0.2 mg/kg
  - 0.2-0.3 mg/kg
  - 0.3-0.4 mg/kg
  - 0.4-0.5 mg/kg
  - >0.5 mg/kg
- Avg. = 0.32 mg/kg













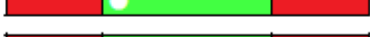






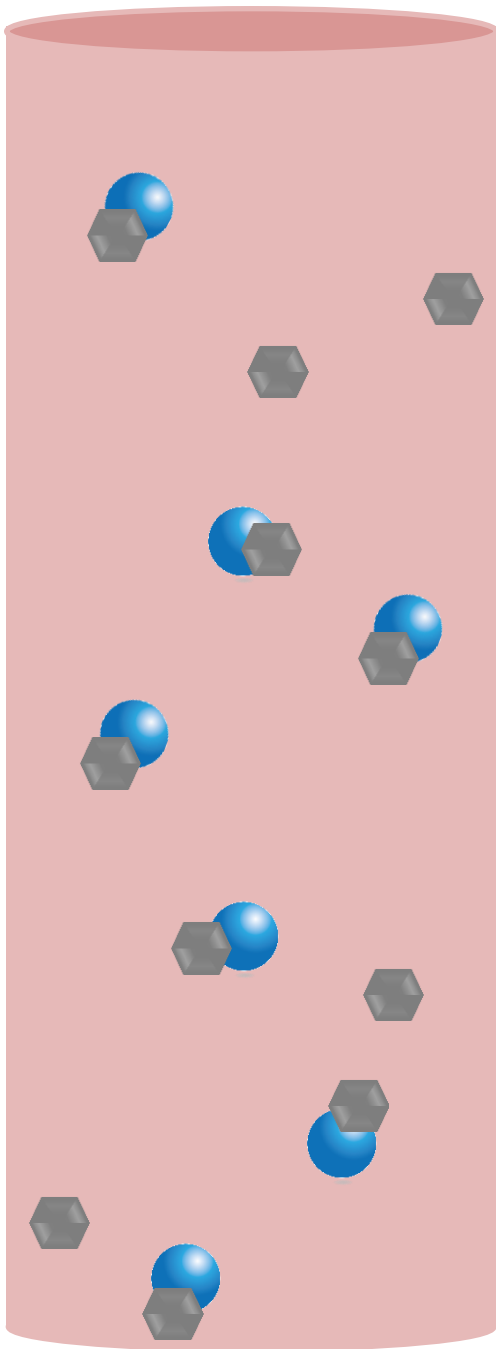
**Selenstatus?**

**Vollblutmineralanalyse liefert die beste Aussage**

## Mineralstoffanalyse im Vollblut - großes Profil (ICP-MS)

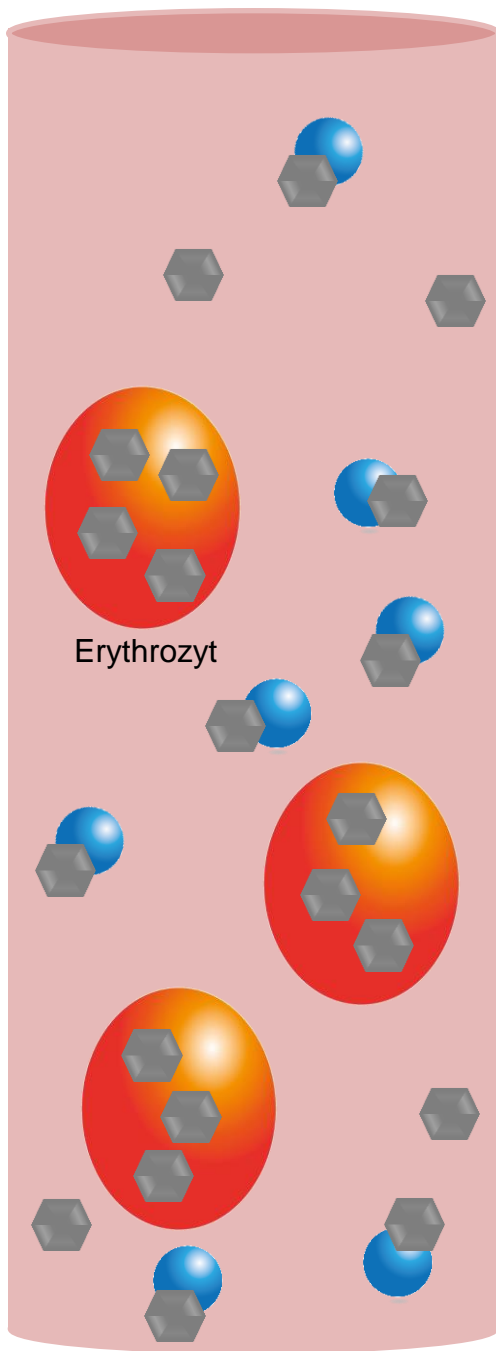
Die Analyse erfolgte im lysierten Heparin-Vollblut zur Bestimmung der intra- und extrazellulär lokalisierten Spurenelemente.

Analyt	Ergebnis	Referenzbereich		Abweichung vom Median *
Magnesium	35,7 mg/l	30 - 40		4 %
Selen	<b>79,9</b> µg/l	90 - 230		-25 %
Zink	5,8 mg/l	4,5 - 7,5		7 %
Calcium	64 mg/l	55 - 70		5 %
Kalium	1561 mg/l	1386 - 1950		-1 %
Natrium	1693 mg/l	1500 - 1850		3 %
Phosphor	474 mg/l	403 - 577		10 %
Chrom	0,16 µg/l	0,14 - 0,52		-33 %
Kupfer	1,01 mg/l	0,70 - 1,39		23 %
Mangan	8,3 µg/l	8,3 - 15,0		-26 %
Molybdän	0,4 µg/l	0,3 - 1,3		-20 %
<b>Wechselwirkungen mit toxischen Metallen:</b>				
Blei	19,3 µg/l	< 28		
Cadmium	<b>1,3</b> µg/l	< 0,6		
Nickel	1,1 µg/l	< 3,8		
Quecksilber	0,3 µg/l	< 1,0		



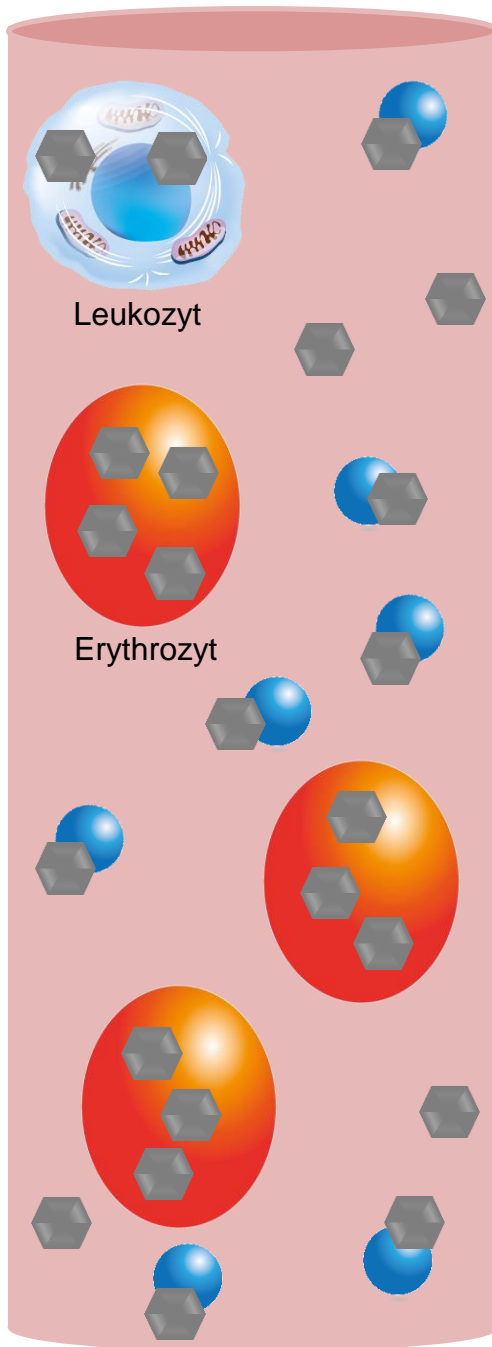
## Die Vollblutmineralanalyse erfasst

- Freies und proteingebundenes Selen



## Die Vollblutmineralanalyse erfasst

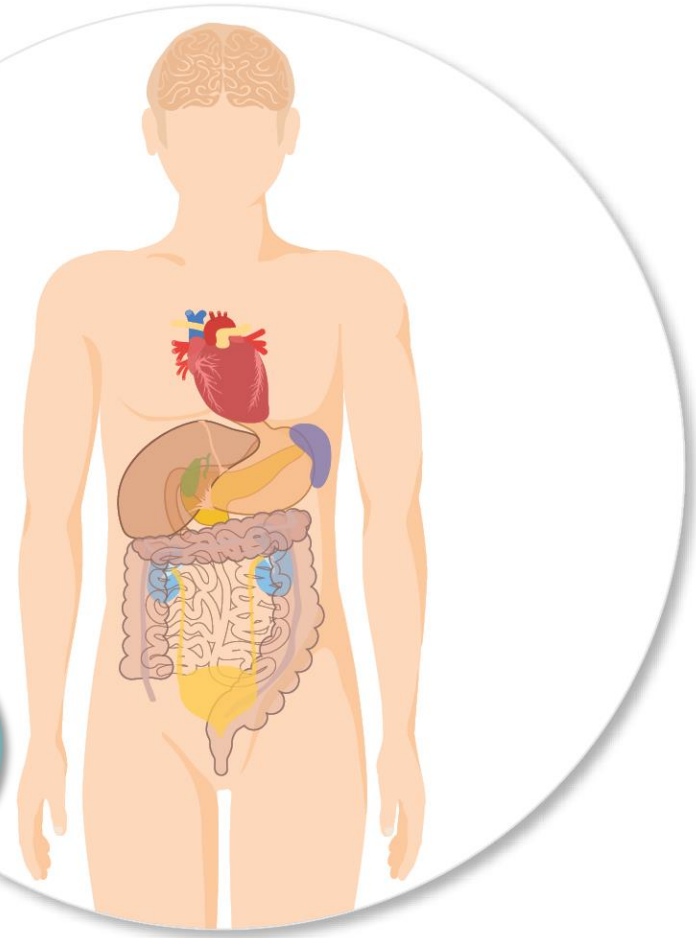
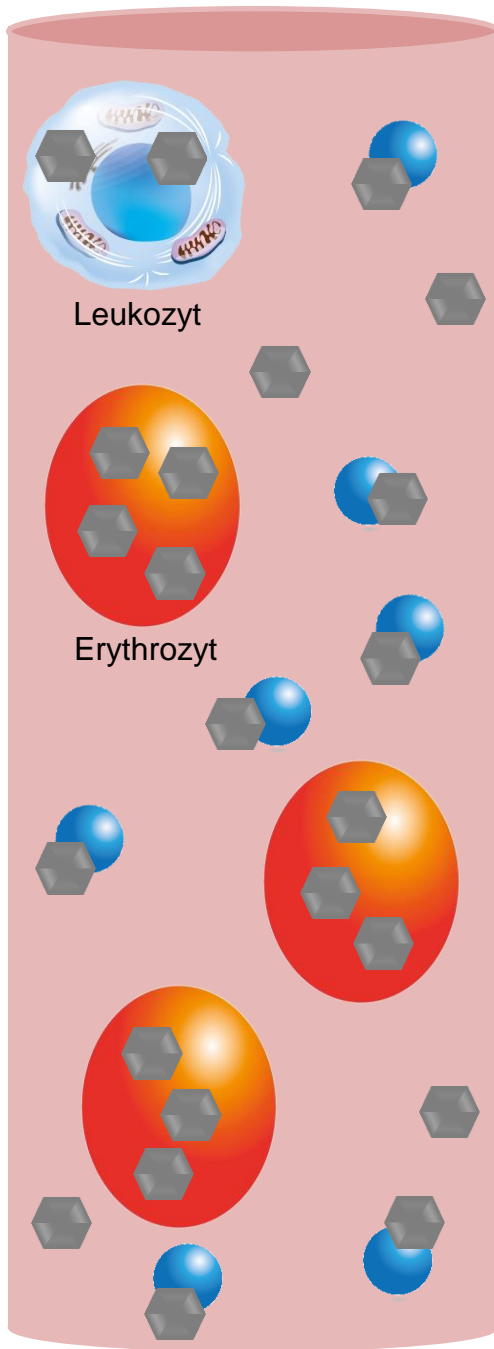
- Freies und proteingebundenes Selen
- Selen in Erythrozyten



## Die Vollblutmineralanalyse erfasst
















- Freies und proteingebundenes Selen
- Selen in Erythrozyten
- Selen in Leukozyten

→ **Die Gesamtheit des an das Gewebe verteilten Selen**

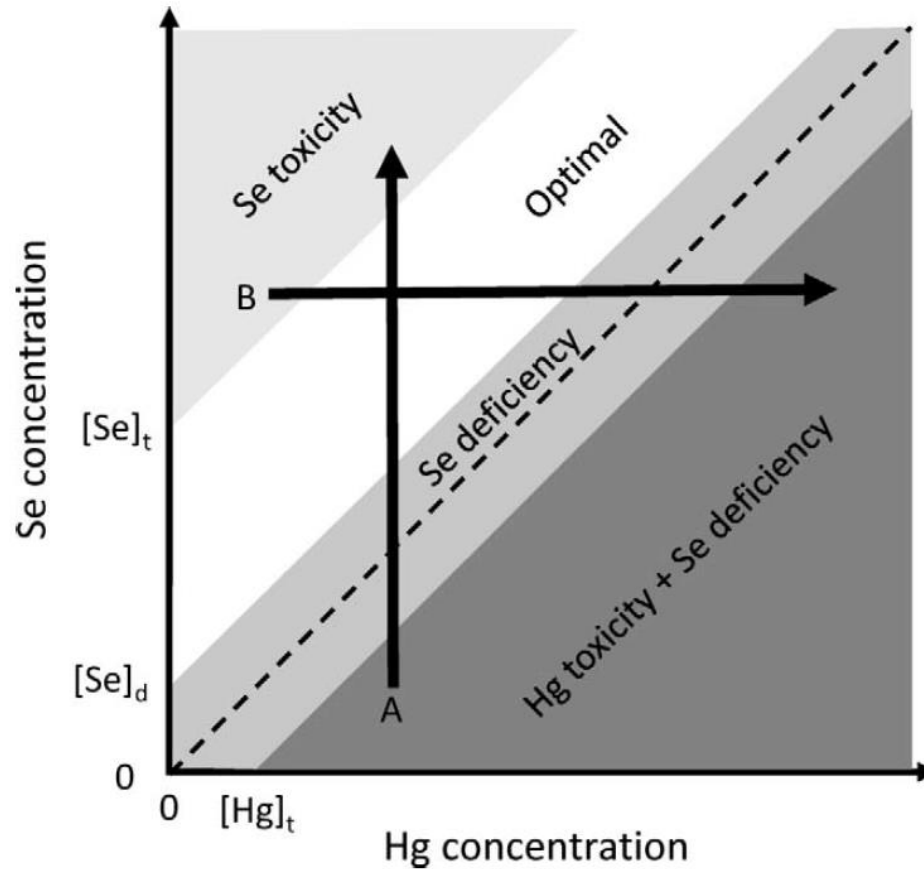


### Mineralstoffanalyse im Vollblut - großes Profil (ICP-MS)

Die Analyse erfolgte im lysierten Heparin-Vollblut zur Bestimmung der intra- und extrazellulär lokalisierten Spurenelemente.

Analyt	Ergebnis	Referenzbereich		Abweichung vom Median *	Vorwert 14.11.2017
Magnesium	34,8 mg/l	30 - 40		2 %	38,3
Selen	84,5 µg/l	90 - 230		-21 %	92,6
Zink	5,4 mg/l	4,5 - 7,5		0 %	5,9
Calcium	56 mg/l	55 - 70		-8 %	63
Kalium	1408 mg/l	1386 - 1950		-11 %	1533
Natrium	1642 mg/l	1500 - 1850		0 %	
Phosphor	403 mg/l	403 - 577		-7 %	484
Chrom	0,19 µg/l	0,14 - 0,52		-21 %	0,15
Kupfer	0,83 mg/l	0,70 - 1,39		1 %	0,94
Mangan	14,5 µg/l	8,3 - 15,0		29 %	15,8
Molybdän	0,6 µg/l	0,3 - 1,3		20 %	0,7
<b>Wechselwirkungen mit toxischen Metallen:</b>					
Blei	10,7 µg/l	< 28			13,2
Cadmium	0,4 µg/l	< 0,6			0,4
Nickel	1,1 µg/l	< 3,8			0,7
Quecksilber	6,3 µg/l	< 1,0			1,3

# Bei Quecksilberbelastung steigt der Selenbedarf





# Aufnahme und Biotransformation von Selen

Mensch



---

Anorg. Selen

Mensch



**Se-Methionin**  
Se-Cystein



**Se-Cystein**  
Se-Methionin



Anorg. Selen

Mensch



**Se-Methionin**  
Se-Cystein



Nüsse  
Soja  
Vollkorn



**Se-Cystein**  
Se-Methionin

Fisch  
Fleisch  
Ei

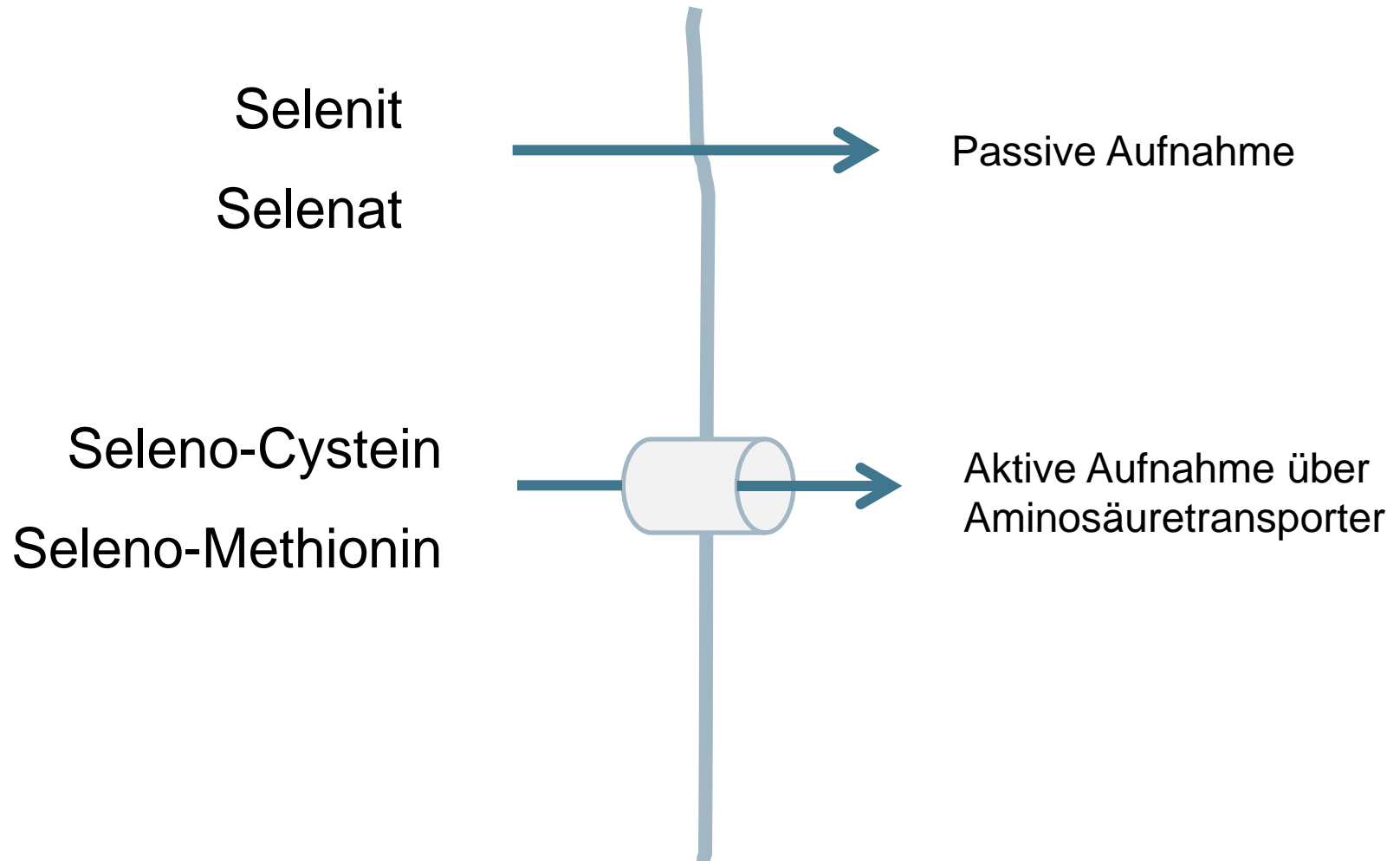


---

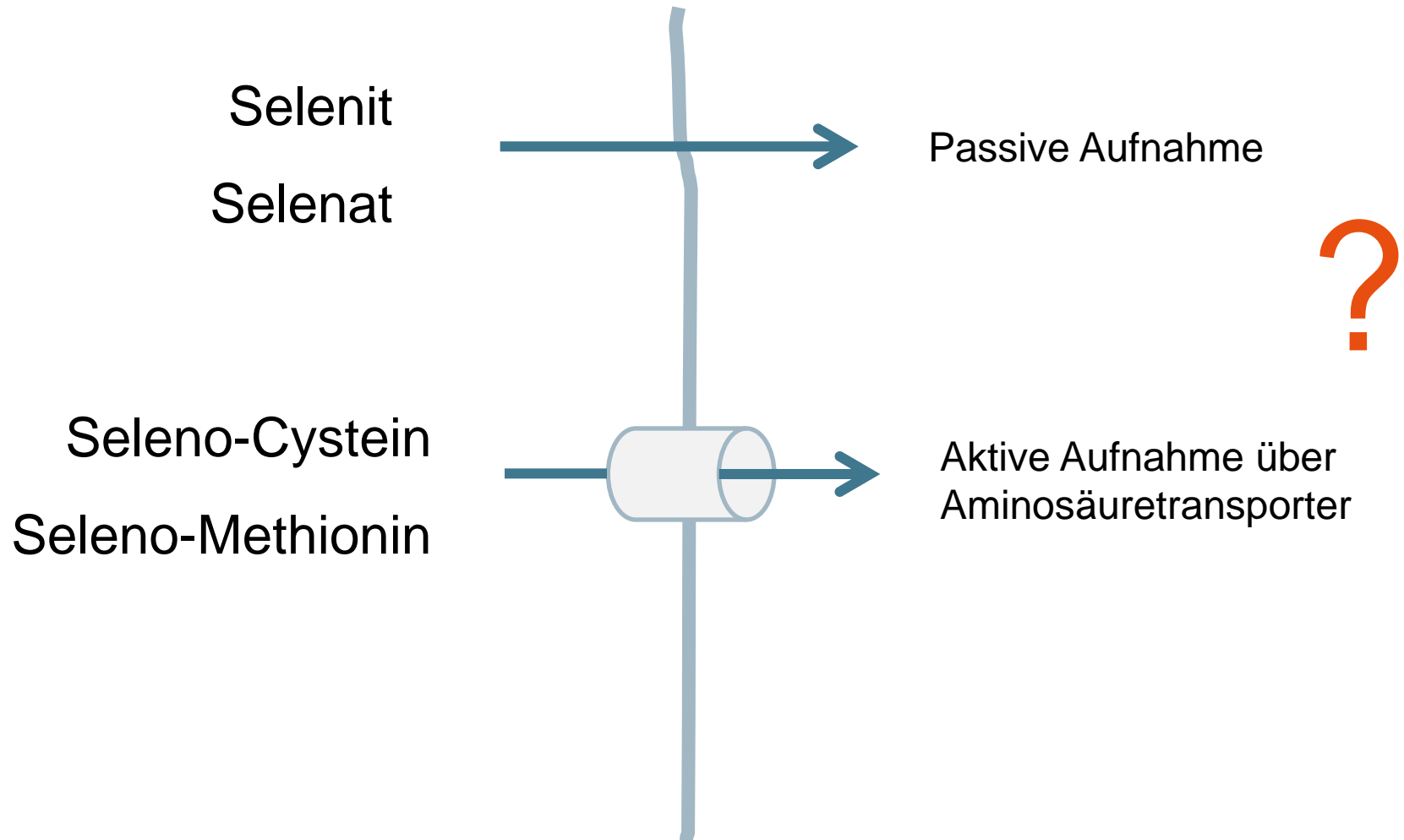
Anorg. Selen

Trinkwasser  
Pilze

# Intestinale Resorption

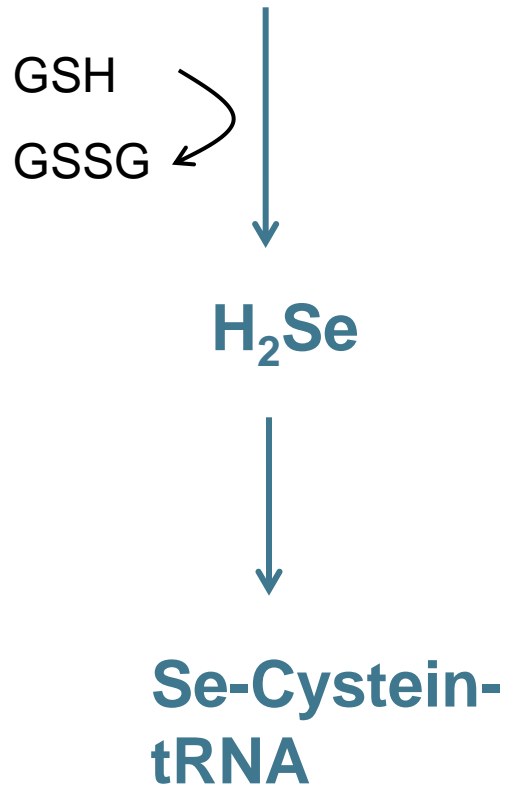


# Intestinale Resorption



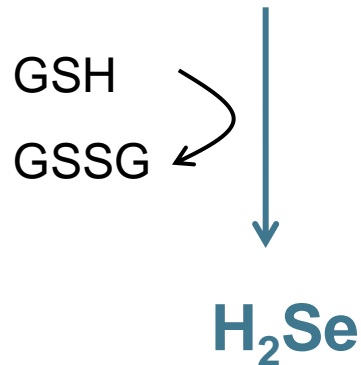
# Selenit, Selenat

# Selenit, Selenat





## Selenit, Selenat



**Se-Cystein-  
tRNA**



- Spezifischer Einbau in Selenoproteine
- Anstieg von Selenoproteinen
- Direkte Verfügbarkeit und Wirkung

**Selenit, Selenat**

**Se-Cystein**

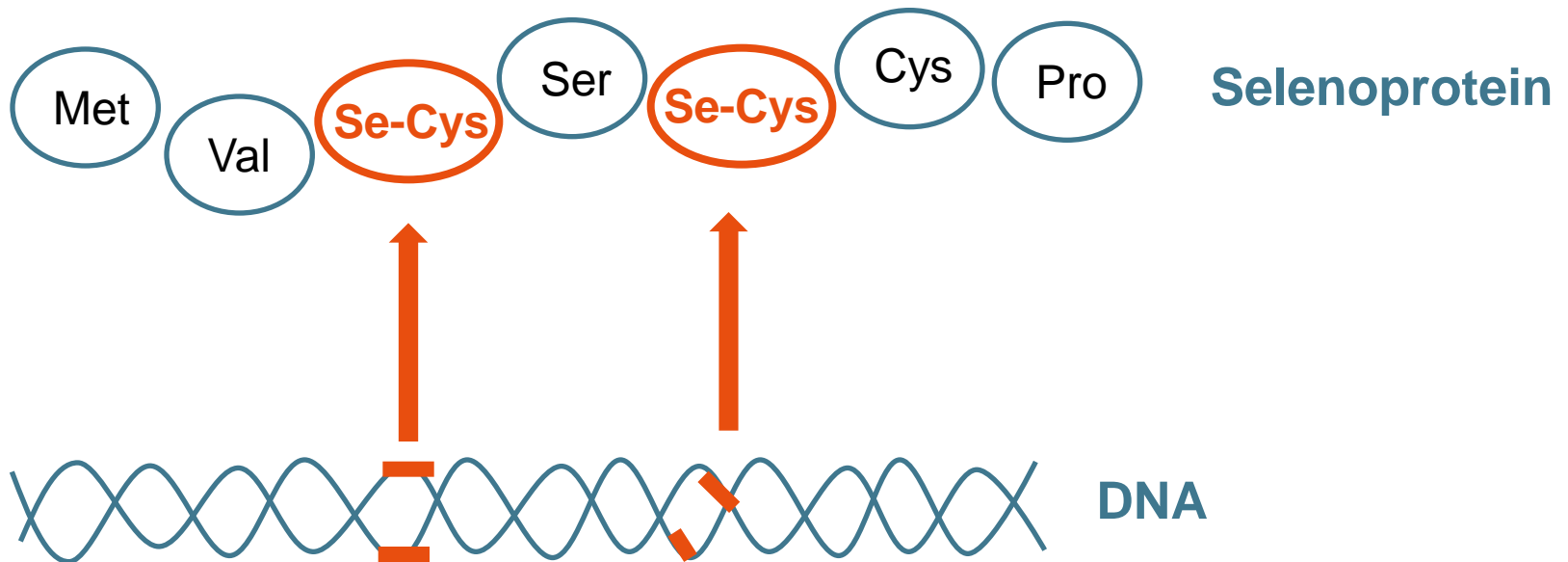
GSH  
GSSG

**H<sub>2</sub>Se**

**Se-Cystein-  
tRNA**

- Spezifischer Einbau in Selenoproteine
- Anstieg von Selenoproteinen
- Direkte Verfügbarkeit und Wirkung

# Se-Cystein-tRNA ist essentiell für die Bildung von Selenoproteinen

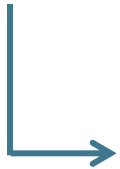


# Se-Methionin

**Se-Methionin**

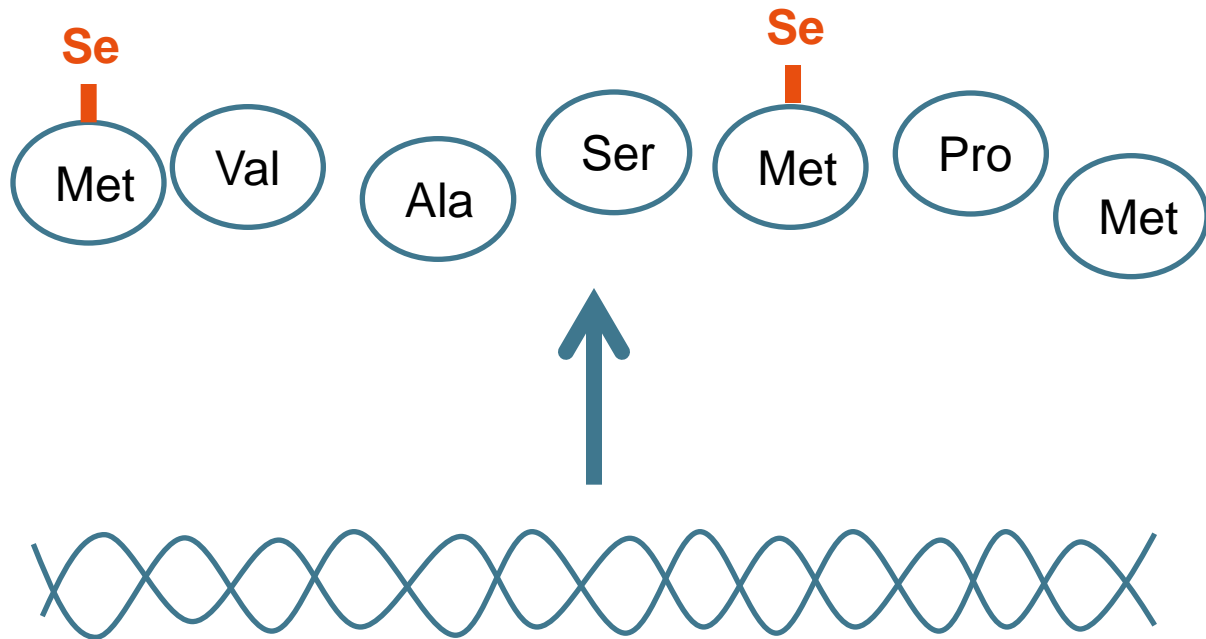


**Se-Methionin**



- Unspezifischer Einbau in sämtliche neu gebildete Proteine
- Dadurch Anstieg des Gesamt-Selengehalts
- Kein unmittelbarer Einbau in Selenoproteine
- Indirekte Verfügbarkeit des Selens nach Proteinabbau

# Se-Methionin wird zufällig statt Methionin in Proteine eingebaut



Neu gebildetes Protein

DNA

# Selenit / Selenat konkurrieren mit Arsen um Glutathion

## Selenit, Selenat



GSH  
GSSG



**Se-Cystein-  
tRNA**



**Selenit, Selenat**

**Arsen (anorg.)**



GSH  
GSSG



**H<sub>2</sub>Se**

**Arsen (org.)**



**Se-Cystein-  
tRNA**

# Glutathion ist essentiell für

- Entgiftung von Arsen
- Biotransformation von anorganischem Selen

# Glutathion ist essentiell für

- Entgiftung von Arsen
- Biotransformation von anorganischem Selen

Ärztlicher Befundbericht



Metalle i. Vollblut (E/H) (ICP-MS)

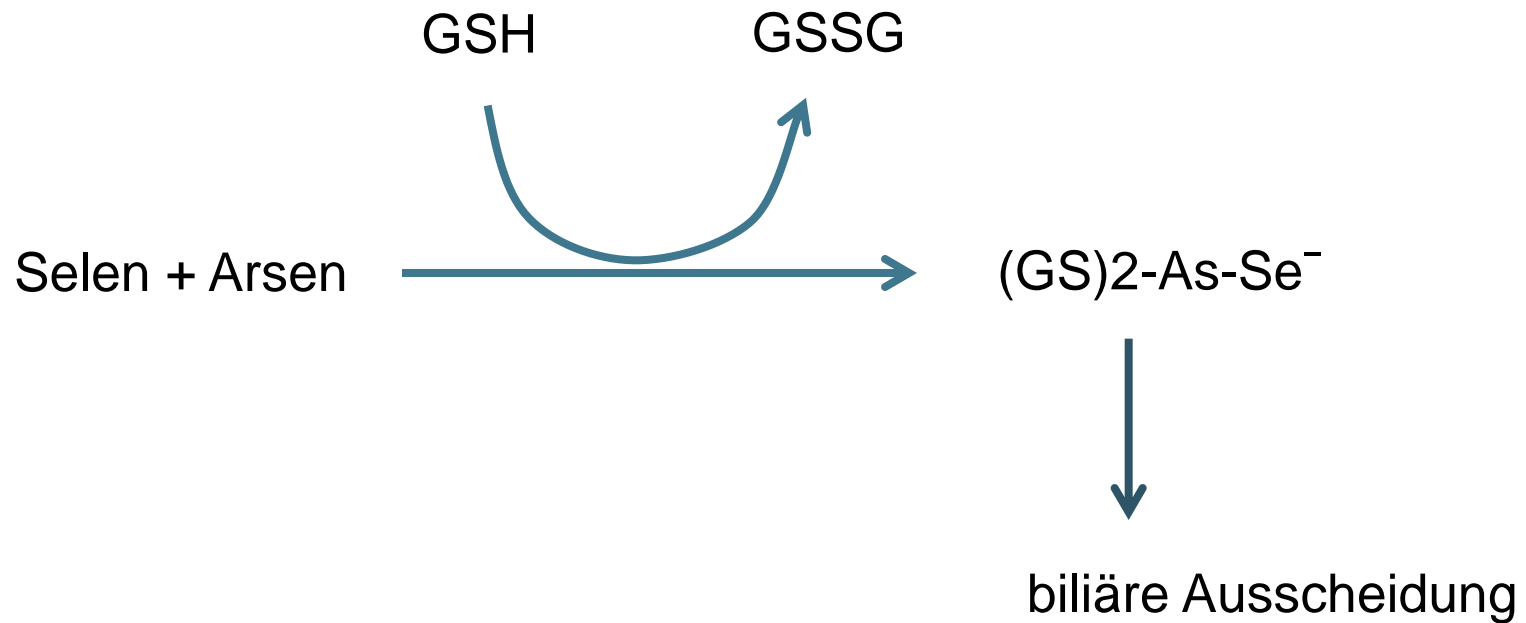
Arsen	4.8	µg/l	< 1.2
-------	-----	------	-------

Glutathion GSH-intrazellulär

Bitte beachten Sie den geänderten Referenzbereich (Feb. 2018)!

in T-Lymphozyten (CD3)	13471	mfi	> 17060
in Monozyten (CD14)	58553	mfi	> 56600
in NK-Zellen (CD16/56)	20957	mfi	> 28270

# Arsen steigert die Ausscheidung von Selen



## Mineralstoffanalyse im Vollblut - erweitertes Profil (ICP-MS)

Die Analyse erfolgte im lysierten Heparin-Vollblut zur Bestimmung der intra- und extrazellulär lokalisierten Spurenelemente.

Analyt	Ergebnis	Referenzbereich		Abweichung vom Median *
Magnesium	<b>32,3</b> mg/l	30 - 40		-6 %
Selen	<b>88,1</b> µg/l	90 - 230		-18 %
Zink	<b>3,4</b> mg/l	4,5 - 7,5		-37 %
Calcium	<b>62</b> mg/l	55 - 70		2 %
Kalium	<b>1597</b> mg/l	1386 - 1950		1 %
Natrium	<b>1632</b> mg/l	1500 - 1850		0 %
Phosphor	<b>441</b> mg/l	403 - 577		2 %
Chrom	<b>0,44</b> µg/l	0,14 - 0,52		83 %
Kupfer	<b>0,9</b> mg/l	0,70 - 1,39		10 %
Mangan	<b>5,1</b> µg/l	8,3 - 15,0		-54 %
Molybdän	<b>0,5</b> µg/l	0,3 - 1,3		0 %

### Wechselwirkungen mit toxischen Metallen:

Aluminium	<b>14,7</b> µg/l	< 11,4		
Arsen	<b>3,1</b> µg/l	< 1,2		
Blei	<b>47,0</b> µg/l	< 28		
Cadmium	<b>0,5</b> µg/l	< 0,6		
Nickel	<b>0,5</b> µg/l	< 3,8		
Quecksilber	<b>13,9</b> µg/l	< 1,0		

# Arsenexposition senkt den Selenspiegel und steigert den Glutathionverbrauch

Ärztlicher Befundbericht



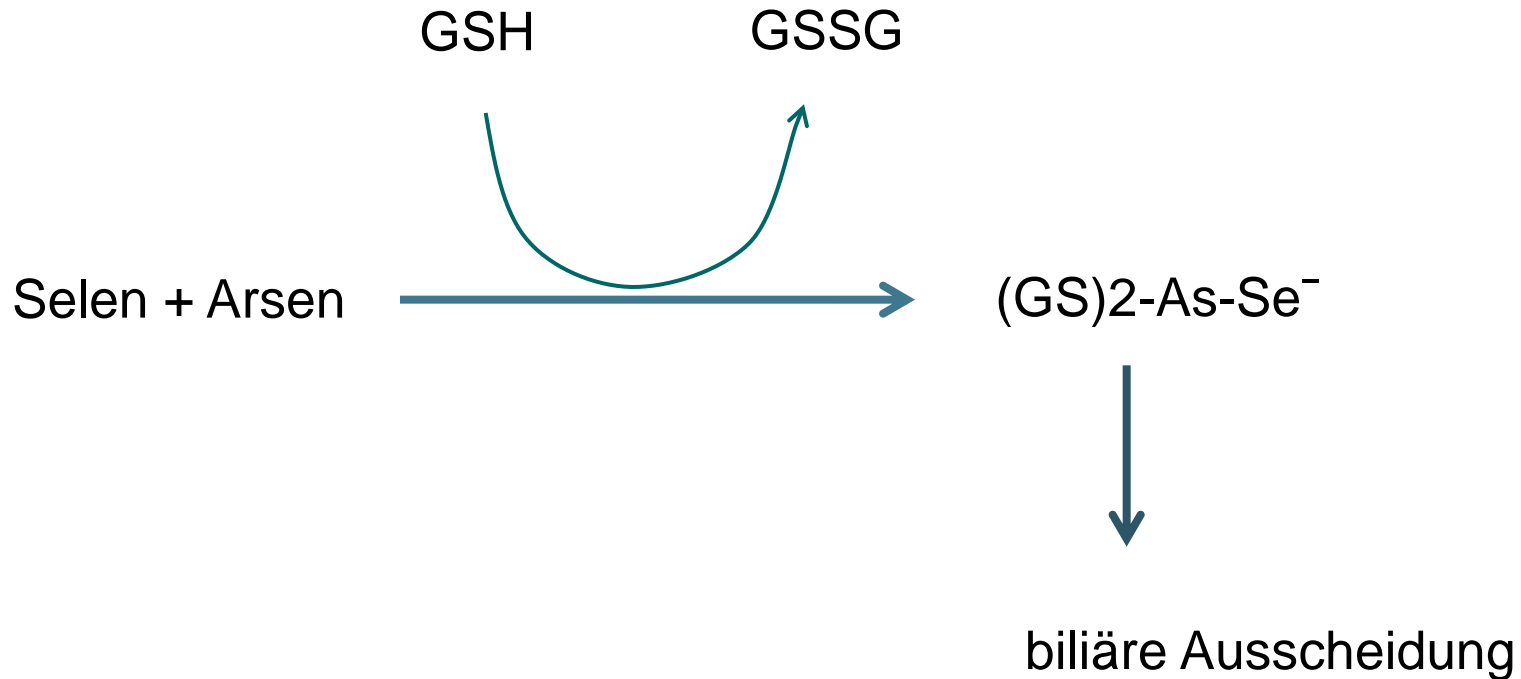
## Glutathion GSH-intrazellulär

Bitte beachten Sie den geänderten Referenzbereich (Feb. 2018)!

in T-Lymphozyten (CD3)	<b>11562</b>	mfi	> 17060
in Monozyten (CD14)	<b>45784</b>	mfi	> 56600
in NK-Zellen (CD16/56)	31254	mfi	> 28270

# Arsen steigert die Ausscheidung von Selen

**Selen und Glutathion fördern die Entgiftung von Arsen!**



# Selenreiches Futter mindert Arsentoxizität

Ratten, gehalten mit arsenbelastetem Trinkwasser



Selenarme Linsen  
< 10 µg/kg

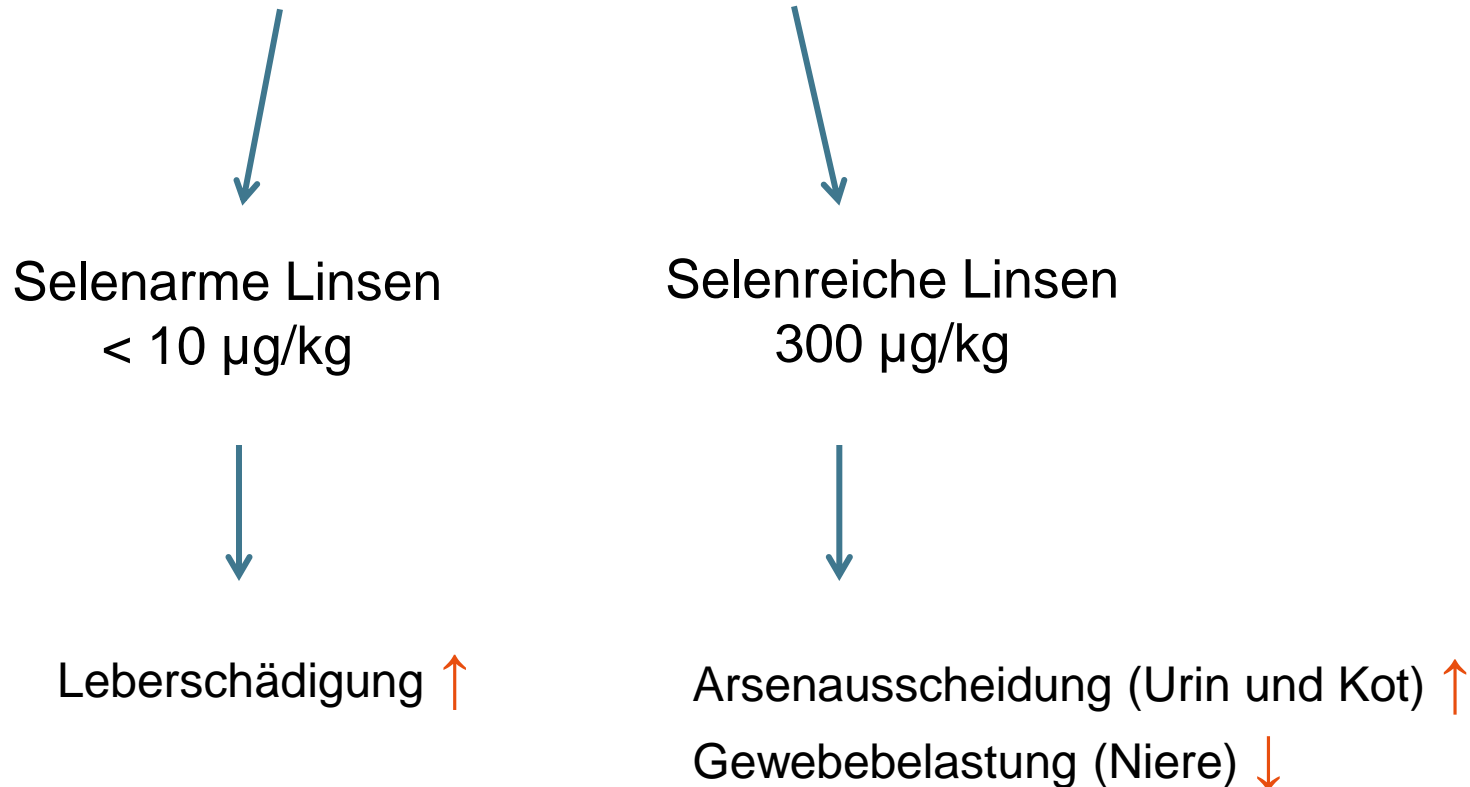


Selenreiche Linsen  
300 µg/kg



# Selenreiches Futter mindert Arsentoxizität

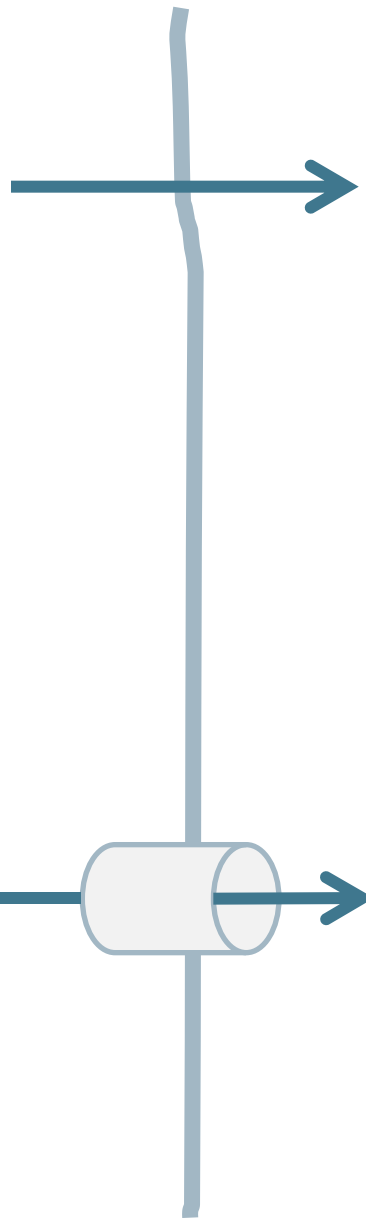
Ratten, gehalten mit arsenbelastetem Trinkwasser



# Zusammenfassung

## Biotransformation Selen

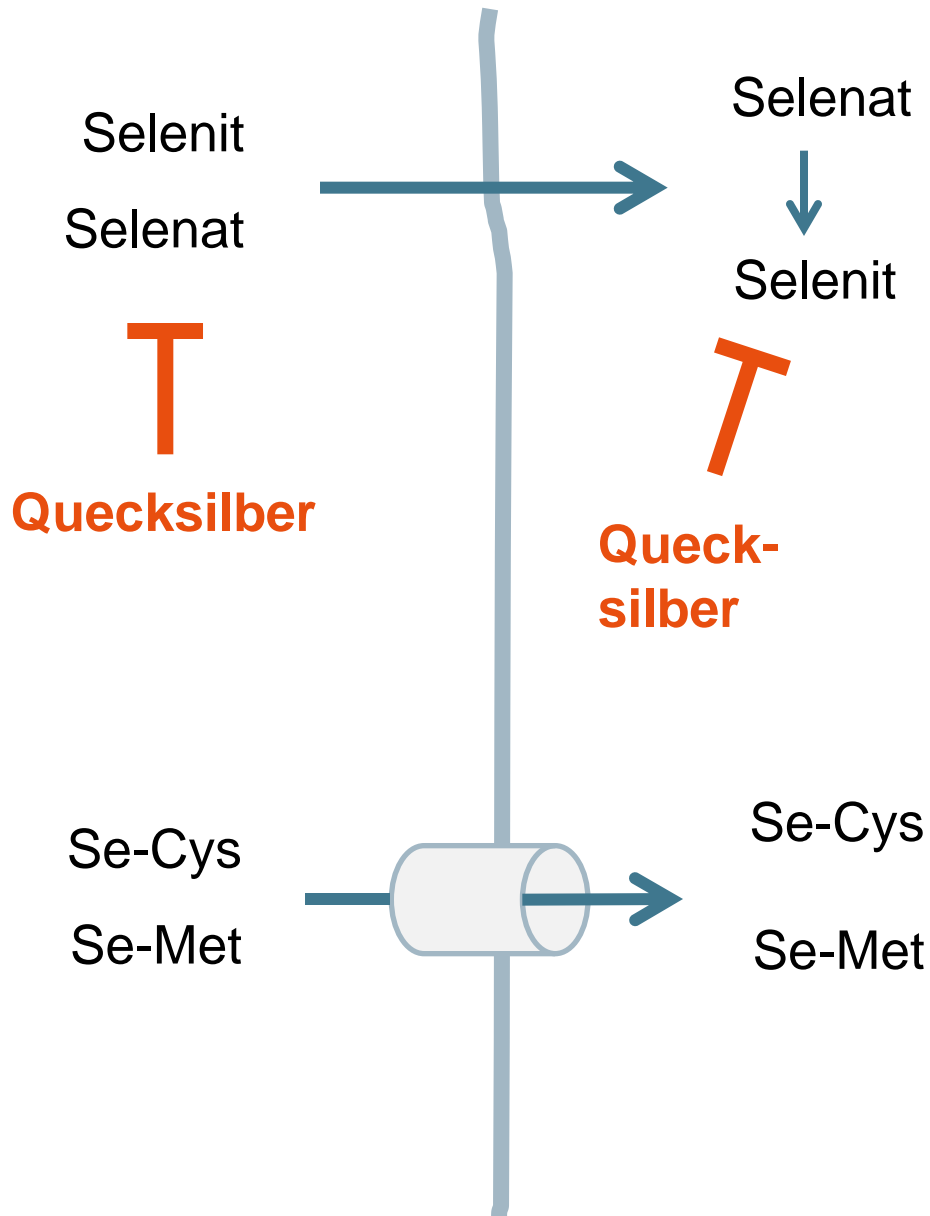
Selenit  
Selenat

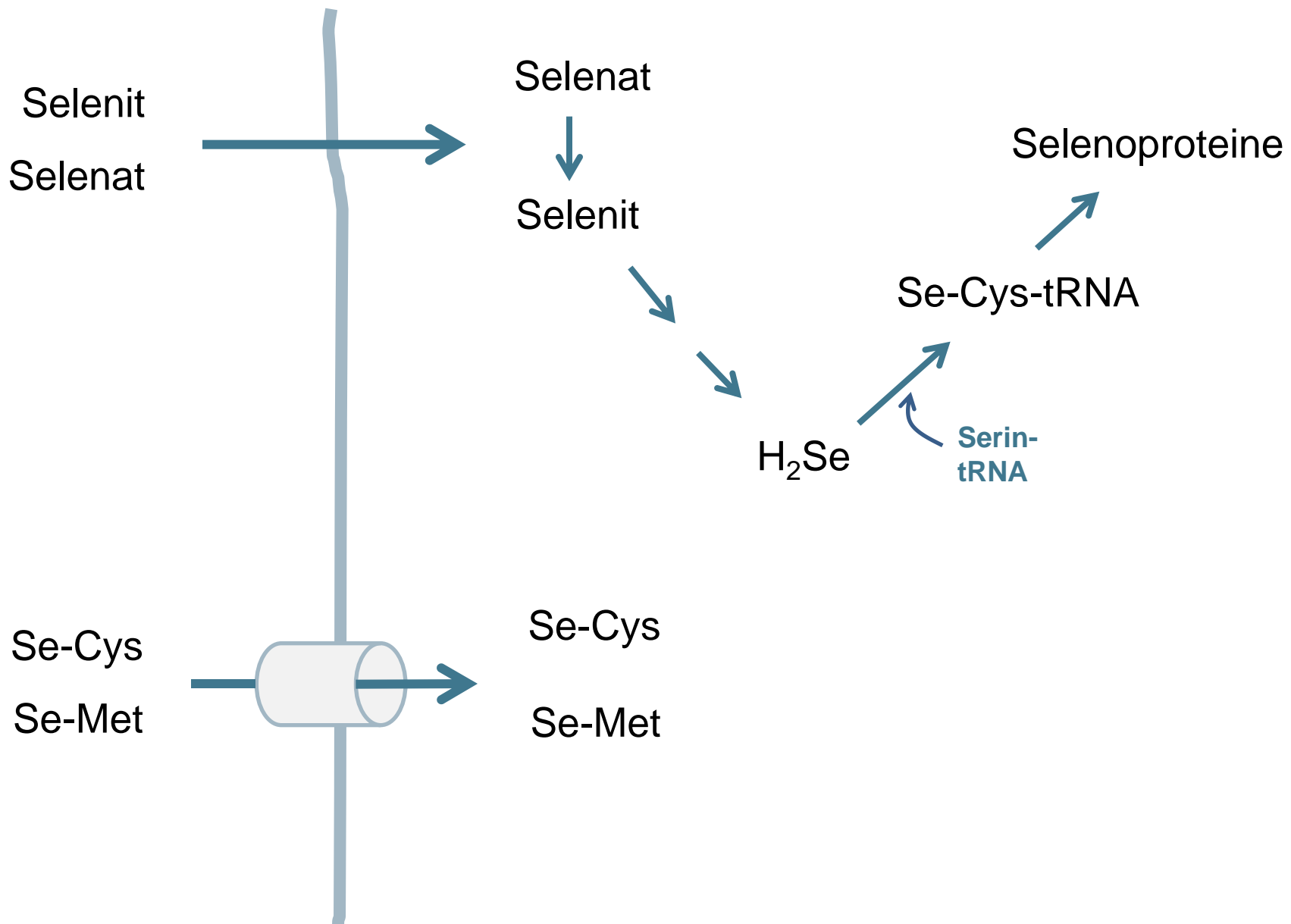


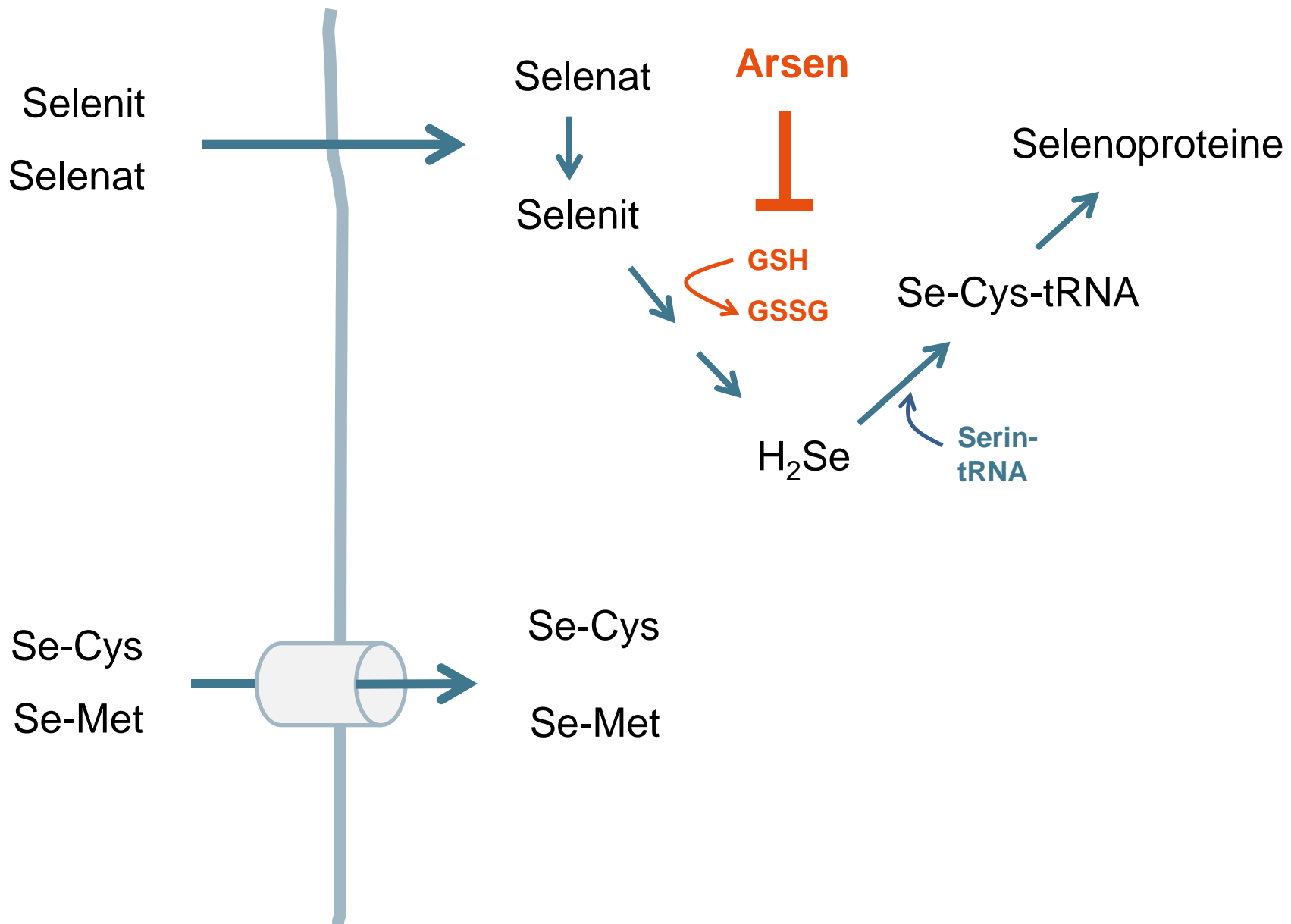
Selenat  
↓  
Selenit

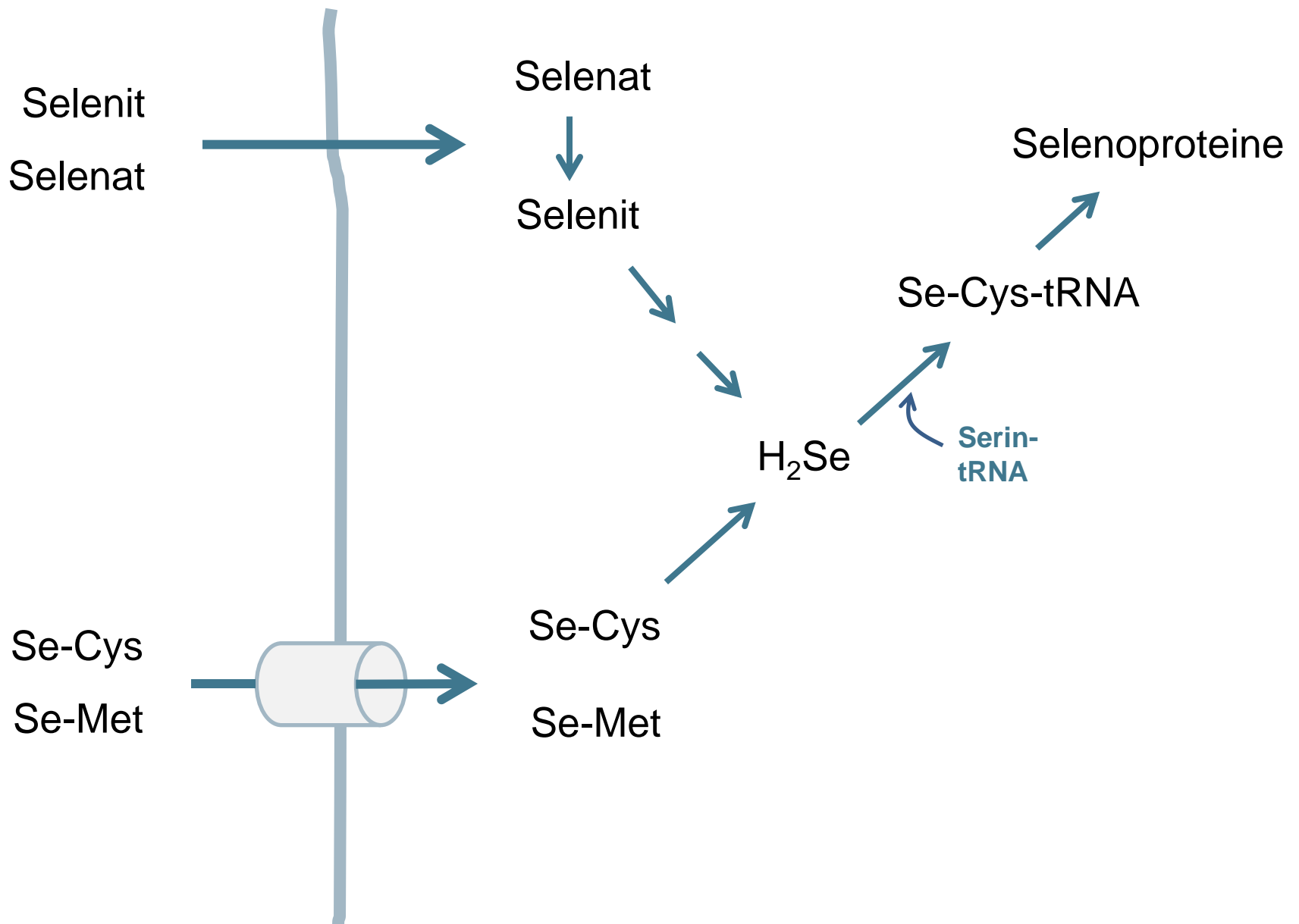
Se-Cys  
Se-Met

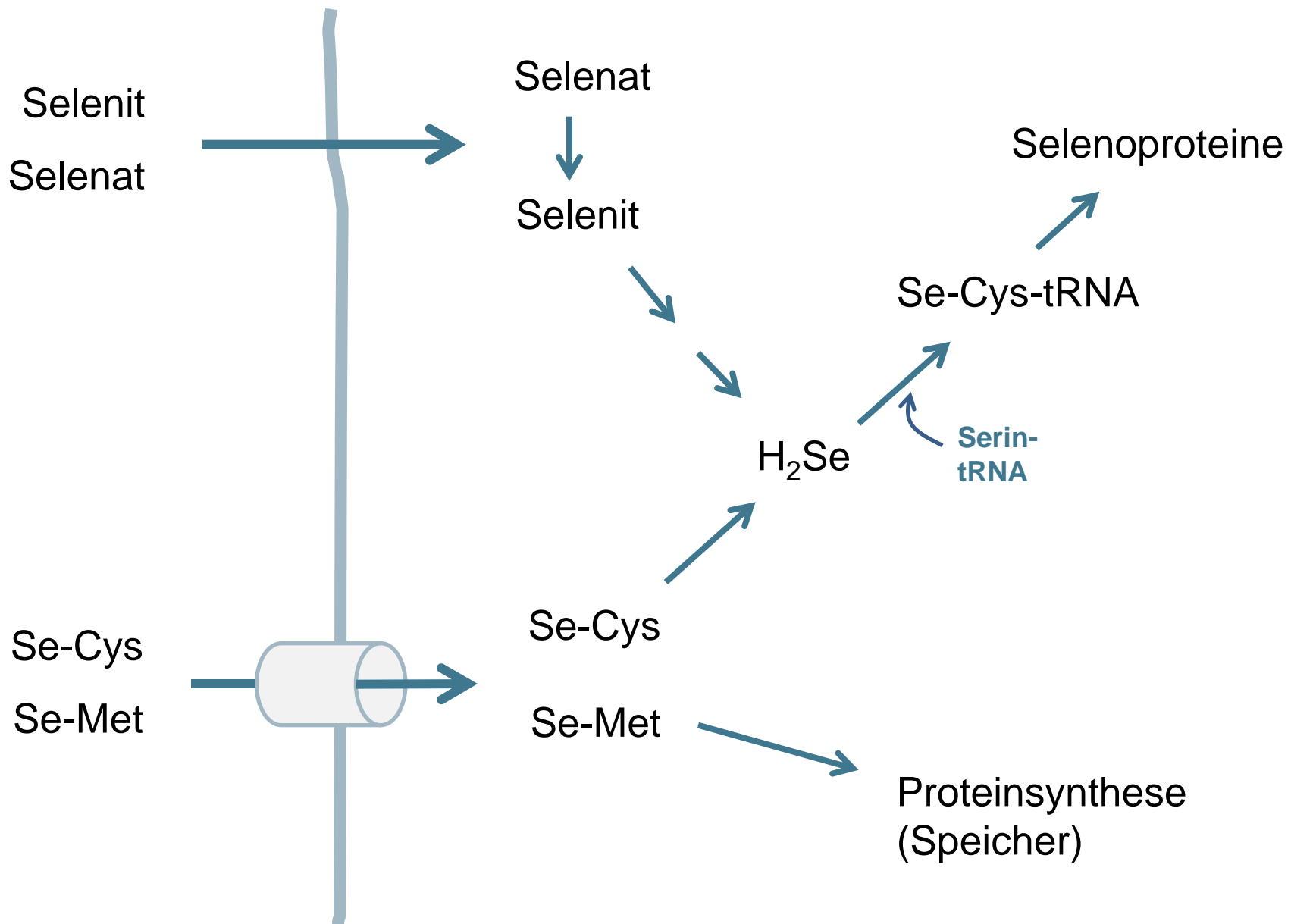
Se-Cys  
Se-Met













Nächste online-Fortbildung am  
23. Mai 2018

**Vascular endothelial growth factor (VEGF)**  
**– Diagnostische Bedeutung**

Dr. rer. nat. Cornelia Doebis, IMD Berlin